

PENDUGAAN EROSI DAN SEDIMENTASI MENGGUNAKAN METODE USLE DAN MUSLE PADA DAS NOEL-PUAMES

Denik S. Krisnayanti¹ (denik.krisnayanti@gmail.com)

I Made Udiana² (made_udiana@yahoo.com)

Melati J. Muskanan³ (melatijelichanatal@gmail.com)

ABSTRAK

Daerah aliran sungai sebagai daerah tangkapan air hujan yang rentan dengan permasalahan erosi dan sedimentasi. Jumlah sedimentasi akan terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah erosi yang berdampak besar seperti pendangkalan, air menjadi keruh serta dapat mempengaruhi umur suatu bendungan. Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan nilai pendugaan erosi dan sedimentasi pada daerah aliran sungai Bendungan Raknamo menggunakan Metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE) dan *Modified Universal Soil Loss Equation* (MUSLE). Dari hasil penelitian diperoleh nilai faktor erosititas hujan (R) tahun 1997-2016, faktor erodibilitas tanah (K) sebesar 0,40, faktor panjang dan kemiringan lereng (LS) sebesar 1,67, faktor penutupan vegetasi (C) sebesar 0,31 dan faktor konservasi lahan (P) sebesar 1,00 sehingga besar laju erosi dan sedimentasi menggunakan Metode USLE adalah 196,46 ton/ha/thn dan 34,62 ton/ha/thn. Lalu diperoleh nilai debit banjir maksimum (Q_P) dan total volume limpasan permukaan (V_Q) tahun 1997-2016 sehingga besar laju erosi dan sedimentasi menggunakan Metode MUSLE sebesar 342,57 ton/ha/thn dan 57,19 ton/ha/thn. Kemudian didapat rasio perbandingan metode USLE dan MUSLE yaitu sebesar 1 : 1,65.

Kata kunci: Erosi; Sedimentasi; USLE; MUSLE.

ABSTRACT

River flow area as rainwater catchment areas are vulnerable to erosion and sedimentation problems. The amount of sedimentation will continue to increase along with the increase in the amount of erosion which has a large impact such as silting, the water becomes cloudy and can affect the life of a dam. The purpose of this research is to get estimated value of erosion and sedimentation in river flow area of dam raknamo using the Method Universal Soil Loss Equation (USLE) and Modified Universal Soil Loss Equation (MUSLE). The result of this research is value of rain erosivity factor (R) 1997-2016, soil erodibility factor (K) is 0.40, length and slope factor (LS) are 1.67, the vegetation closure factor (C) is 0.31 and land conservation factor (P) is 1.00 so the rate of erosion and sedimentation using USLE method is 196.46 ton/ha/year and 34.62 ton/ha/year. Then obtained the value of maximum discharge flood (Q_P) and total volume of runoff surface (V_Q) 1997-2016 so the rate of erosion and sedimentation using MUSLE method is 342.57 ton/ha/year and 57.19 ton/ha. Then obtained for ratio of comparison method of USLE and MUSLE which is 1: 1.65.

Keywords: Erosion; sedimentation; USLE; MUSLE.

PENDAHULUAN

Bendungan Raknamo mulai dibangun sejak Desember 2014 dengan kapasitas tampungan 14,09 juta meter kubik air. Daerah aliran sungai bendungan ini dengan luas 38,34 km² dibangun untuk juta meter kubik air. Daerah aliran sungai bendungan ini dengan luas 38,34 km² dibangun untuk memenuhi kebutuhan air baku dengan kapasitas layanan 100 liter per detik, pengembangan

¹ Jurusan Teknik Sipil, FST Undana;

² Jurusan Teknik Sipil, FST Undana;

³ Jurusan Teknik Sipil, FST Undana

daerah irigasi seluas 1.250 Ha, pengendalian banjir, pengembang pariwisata serta sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air (Balai Wilayah Sungai, 2017). Permasalahan yang terjadi di Bendungan adalah sedimentasi yang disebabkan oleh terjadinya erosi. Terjadinya erosi dan sedimentasi tergantung dari beberapa faktor yaitu karakteristik hujan, kemiringan lereng, tanaman penutup dan kemampuan tanah untuk menyerap dan melepas air ke dalam lapisan tanah dangkal. Dampak dari erosi dapat menimbulkan kerusakan baik pada tanah tempat terjadi erosi maupun pada tempat tujuan akhir tanah yang terangkut tersebut diendapkan dan juga sedimentasi di sungai sehingga dapat mengurangi daya tampung sungai. Meningkatnya jumlah erosi dan sedimentasi akan memberi dampak yang besar bagi keamanan Bendungan Raknamo. Analisis pendugaan erosi dilakukan dengan menggunakan Metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*) dan Metode MUSLE (*Modified Universal Soil Loss Equation*). Metode MUSLE merupakan modifikasi dari Metode USLE yaitu dengan mengganti faktor erosivitas hujan (R) dengan faktor aliran atau limpasan permukaan (*run off*). Metode MUSLE sudah memperhitungkan baik erosi maupun pergerakan sedimen pada daerah aliran sungai (DAS) berdasarkan kejadian hujan tunggal (Suripin, 2002 : 84). Dalam penelitian ini, secara khusus membahas tentang pendugaan laju erosi dan sedimentasi menggunakan Metode USLE dan MUSLE Pada Daerah Aliran Sungai di Bendungan Raknamo Kabupaten Kupang.

TINJAUAN PUSTAKA

Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah aliran sungai adalah suatu wilayah daratan yang secara topografik dibatasi punggung-punggung gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama (Asdak, 2014 : 4).

Erosi

Erosi adalah peristiwa pindahnya atau terangkutnya tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat ke tempat lain oleh media alami. Pada peristiwa erosi, tanah atau bagian tanah terkikis dan terangkut, kemudian diendapkan di tempat lain (Arsyad, 2010). Pengikisan, pengangkutan dan pemindahan tanah tersebut dilakukan oleh media alami yaitu air dan angin. Proses erosi terjadi melalui penghancuran, pengangkutan dan pengendapan.

Sedimentasi

Sedimentasi merupakan akibat dari adanya erosi, dan memberikan dampak yang banyak. Di waduk-waduk, pengendapan sedimen akan mengurangi volume efektifnya. Sebagian besar jumlah sedimen dialirkan oleh sungai-sungai yang mengalir ke waduk, hanya sebagian kecil saja yang berasal dari longsor tebing-tebing waduk, atau berasal dari longsor tebing-tebingnya oleh limpasan permukaan (Soemarto, 1987).

Metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*)

Model pendugaan erosi USLE merupakan model empiris yang dikembangkan di Pusat Data Aliran Permukaan dan Erosi Nasional, Dinas Penelitian, Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA) bekerja sama dengan Universitas Purdue pada tahun 1954 (Hidayat, 2003).

Hujan Wilayah

Luas DAS Noel Puames di Bendungan Raknamo adalah 38,34 km² atau <50 km², sehingga digunakan Metode Aritmatik.

$$P = \frac{1}{n} (P_1 + P_2 + \dots + P_n) \quad (1)$$

dimana:

P = rata-rata curah hujan wilayah (mm)

n = jumlah Pos Hujan pengamat

P₁, P₂, ..., P_n = curah hujan pada Pos Hujan 1, 2, ..., n

Erosi Potensial (E_{pot}) dan Erosi Aktual (E_{akt})

$$E_{pot} = EI \times K \times LS \times A \quad (2)$$

$$E_{akt} = E_{pot} \times C \times P \quad (3)$$

dimana:

E_{pot} = erosi potensial (ton/thn)

EI = indeks erosivitas hujan (KJ/ha)

K = erodibilitas tanah (ton/KJ)

LS = faktor panjang dan kemiringan lereng

A = luas DAS (ha)

E_{akt} = erosi aktual (ton/thn)

C = faktor penutupan vegetasi

P = faktor pengelolaan lahan

Erosivitas Hujan (EI)

$$EI = \frac{(P)^{2,263} \times (M)^{0,678}}{40,056 \times (D)^{0,349}} \quad (4)$$

dimana:

EI = indeks erosivitas hujan (KJ/ha)

P = curah hujan bulanan (cm)

M = curah hujan maksimum bulanan (cm)

D = jumlah hari hujan bulanan

Sedimentasi Potensial (S_{pot})

Besarnya pendugaan laju sedimen potensial dihitung dengan persamaan:

$$S_{pot} = E_{akt} \times SDR \quad (5)$$

dimana:

S_{pot} = sedimen potensial (ton/thn)

E_{akt} = erosi aktual (ton/thn)

SDR = *sediment delivery ratio*

Metode MUSLE (*Modified Universal Soil Loss Equation*)

Metode MUSLE merupakan modifikasi dari metode USLE. Dalam metode ini digunakan faktor aliran atau limpasan permukaan (R), menggantikan erosivitas hujan (EI) yang digunakan dalam metode USLE (Suripin, 2002 : 84) dengan persamaannya adalah sebagai berikut:

Banyaknya tanah yang tererosi

$$E_A = SY / SDR \quad (6)$$

$$SY = R \times K \times LS \times C \times P \quad (7)$$

dimana:

E_A = banyaknya tanah yang tererosi (ton/ha/tahun)

SY = hasil sedimen (*sediment yield*) (ton)

SDR = *sediment delivery ratio*

R = limpasan permukaan (*run off*)

K = faktor erodibilitas tanah

LS = faktor panjang dan kemiringan lereng

C = faktor penutupan vegetasi

P = faktor pengelolaan tanah/tindakan konservasi tanah

Limpasan permukaan (*run off*) adalah limpasan yang selalu mengalir melalui permukaan tanah

(sebelum dan sesudah mencapai saluran). Dalam menentukan faktor *run off* data-data yang diperlukan terlebih dahulu adalah sebagai berikut:

Aliran Puncak (Q_p)

Besarnya nilai aliran puncak dapat dihitung menggunakan metode rasional. Dimana metode rasional ini pada umumnya digunakan untuk menghitung debit banjir pada daerah aliran sungai yang tidak terlalu luas dengan batasan hingga luas 50 km². Rumus umum rasional adalah (Hadisutanto, 2011 : 152):

$$Q_p = 0,278 \times C \times I \times A \quad (8)$$

dimana:

Q_p = aliran puncak (m³/s)

C = koefisien limpasan

I = intensitas hujan (mm/jam)

A = luas (km²)

Volume Aliran Permukaan (V_Q)

Besarnya nilai (volume aliran permukaan) bisa diketahui setelah tinggi hujan dan luas DAS di satu sub kawasan diketahui terlebih dahulu, kemudian besarnya nilai bisa diketahui dengan rumus:

$$V_Q = D \times A \times C \times P \quad (9)$$

dimana:

V_Q = volume aliran permukaan (m³)

D = kedalaman hujan atau tinggi hujan (m)

A = luas (m²)

C = faktor penutupan vegetasi

P = faktor pengolahan lahan

Limpasan Permukaan (*Run off*)

Setelah diketahui besarnya nilai dan nilai, bisa didapatkan nilai R dengan rumus :

$$R = a \times (V_Q \times Q_p)^b \quad (10)$$

dimana:

R = limpasan permukaan

a = koefisien 11,80(Williams, 1977)

V_Q = volume aliran permukaan (m³)

Q_p = aliran puncak (m³/s)

b = koefisien 0,56 (Williams, 1977)

Klasifikasi Bahaya Erosi

USDA(*United States Department of Agriculture*) telah menetapkan klasifikasi bahaya erosi berdasarkan laju erosi yang dihasilkan dalam ton/ha/thn, dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Klasifikasi Bahaya Erosi(Sumber : Kironoto, 2003)

No.	Kelas Bahaya Erosi	Laju Erosi (ton/ha/thn)	Keterangan
1	I	<15	Sangat ringan
2	II	15 – 60	Ringan
3	III	60 – 180	Sedang
4	IV	180 – 480	Berat
5	V	>480	Sangat Berat

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada daerah aliran sungai Noel Puames di Bendungan Raknamo, Desa Raknamo, Kecamatan Amabi Oefeto, Kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur (NTT) dengan luas DAS mencapai 38,34 km². Pada daerah aliran sungai ini akan tinjau laju erosi dan sedimentasi yang terjadi.

Jenis Data

Data-data dalam penelitian ini berupa data primer antara lain dokumentasi lapangan yaitu penutupan lahan yang ada pada DAS Noel Puames di Bendungan Raknamo dan data sekunder meliputi data curah hujan dari tahun 1997-2016 dari Pos Hujan Naibonat, Pos Hujan Raknamo dan Pos Hujan Camplong, peta DAS Bendungan Raknamo, peta jenis tanah, nilai berat jenis tanah, peta penggunaan lahan dan peta kemiringan lereng.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi dan dokumentasi. Observasi adalah teknik pengumpulan data dengan melihat secara langsung pada objek penelitian, yaitu pengamatan terhadap macam-macam vegetasi yang ada dan konservasi tanah yang dilakukan. Dan dokumentasi adalah data penunjang yang dibutuhkan yaitu pengambilan gambar atau foto pada lokasi penelitian.

Teknik Analisa Data

Teknik analisis data yang dilakukan adalah menghitung curah hujan rata-rata kawasan, kemudian menganalisis laju erosi dan sedimentasi menggunakan Metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*) dan MUSLE (*Modified Universal Soil Loss Equation*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Umum

Bendungan Raknamo terletak di Kabupaten Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur pada Sungai Noel Puames. Secara administrasi, letak tanah untuk Bendungan Raknamo berada di wilayah Dusun IV (Dusun Oepoi), Desa Raknamo, Kecamatan Amabi Oefeto, Kabupaten Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Lokasi Bendungan Raknamo terletak pada koordinat 10° 07' 08" LS dan 123° 55' 54" BT.

Perhitungan Nilai Erosi dan Sedimentasi Menggunakan Metode USLE

Analisis Curah Hujan

Metode yang digunakan dalam perhitungan curah hujan rata-rata wilayah yaitu Metode Aritmatik (aljabar), dimana pengukuran yang dilakukan di beberapa Pos Hujan dalam waktu yang bersamaan dijumlahkan dan kemudian dibagi dengan jumlah stasiunnya. Nilai curah hujan yang akan diambil, diperoleh dari data hujan harian yaitu jumlah hujan pada bulan tertentu untuk tahun tertentu yang disebut curah hujan bulanan.

Faktor Erosivitas Hujan (EI)

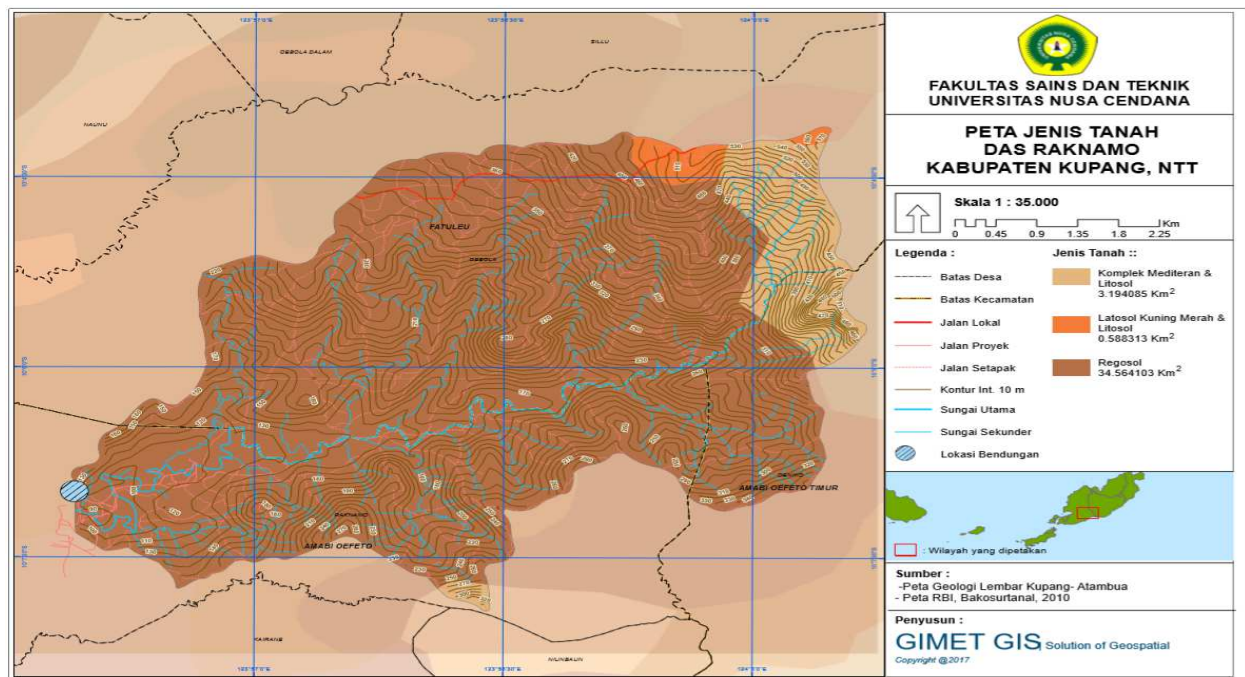
Faktor erosivitas hujan mempengaruhi erosi secara langsung. Erosivitas hujan menunjukkan kemampuan curah hujan untuk menimbulkan atau menyebabkan erosi. Hasil perhitungan erosivitas hujan (EI) yang diperoleh dari Persamaan (4) dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Nilai Erosivitas Hujan (EI)

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des	EI
1997	69,36	761,18	74,96	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	6,51	53,18	965,20
1998	197,98	37,23	20,19	3,50	0,85	0,00	0,26	0,00	0,00	3,62	13,74	32,95	310,32
1999	580,01	687,09	242,61	3,41	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,94	43,72	25,34	1.583,13
2000	460,44	166,74	167,69	33,30	27,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	34,13	36,26	925,99
2001	107,57	96,81	9,25	0,09	0,00	0,70	0,02	0,00	0,00	0,94	159,47	40,70	415,54
2002	51,34	473,79	14,64	12,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	7,99	19,07	579,63
2003	29,47	159,98	188,41	8,32	0,01	1,98	0,00	0,00	0,00	4,23	4,05	1.919,74	2.316,20
2004	4,11	255,69	150,20	0,43	3,34	0,00	0,00	0,00	0,00	4,13	2,90	64,83	485,62
2005	37,87	6,64	435,13	2,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,50	8,32	16,13	509,07
2006	560,07	102,71	290,02	7,29	2,81	0,65	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	30,96	994,52
2007	70,49	33,21	30,22	3,01	0,25	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	2,97	125,95	266,86
2008	212,93	1.415,79	58,92	1,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	137,61	439,39	2.266,75
2009	278,07	802,75	50,89	0,01	30,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	42,96	374,27	1.579,27
2010	1.687,78	46,77	33,82	22,61	13,62	0,32	0,02	0,14	0,11	19,19	7,88	43,72	1.875,98
2011	212,52	132,93	27,96	218,86	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31	12,06	75,66	681,29
2012	87,76	54,31	74,26	5,27	0,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	4,09	49,21	276,09
2013	708,43	213,76	112,18	4,32	17,49	11,67	0,00	0,00	0,00	0,40	15,16	51,18	1.134,60
2014	211,14	440,12	17,44	6,90	0,92	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	2,32	63,78	742,89
2015	202,58	48,12	9,46	2,87	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	22,49	285,59
2016	20,55	72,97	32,99	0,07	2,85	0,11	0,79	0,04	7,84	0,14	36,16	107,82	282,34

Faktor Erodibilitas Tanah (K)

Nilai erodibilitas tanah ditentukan menggunakan peta jenis tanah yang terdapat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Peta Jenis Tanah Daerah Aliran Sungai Noel Puames Di Bendungan Raknamo (Gimet Gis, 2017a)

Berdasarkan peta dengan luas DAS yaitu 38,34 km², terdapat tiga jenis tanah dengan luas masing-masing. Maka untuk nilai erodibitas dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

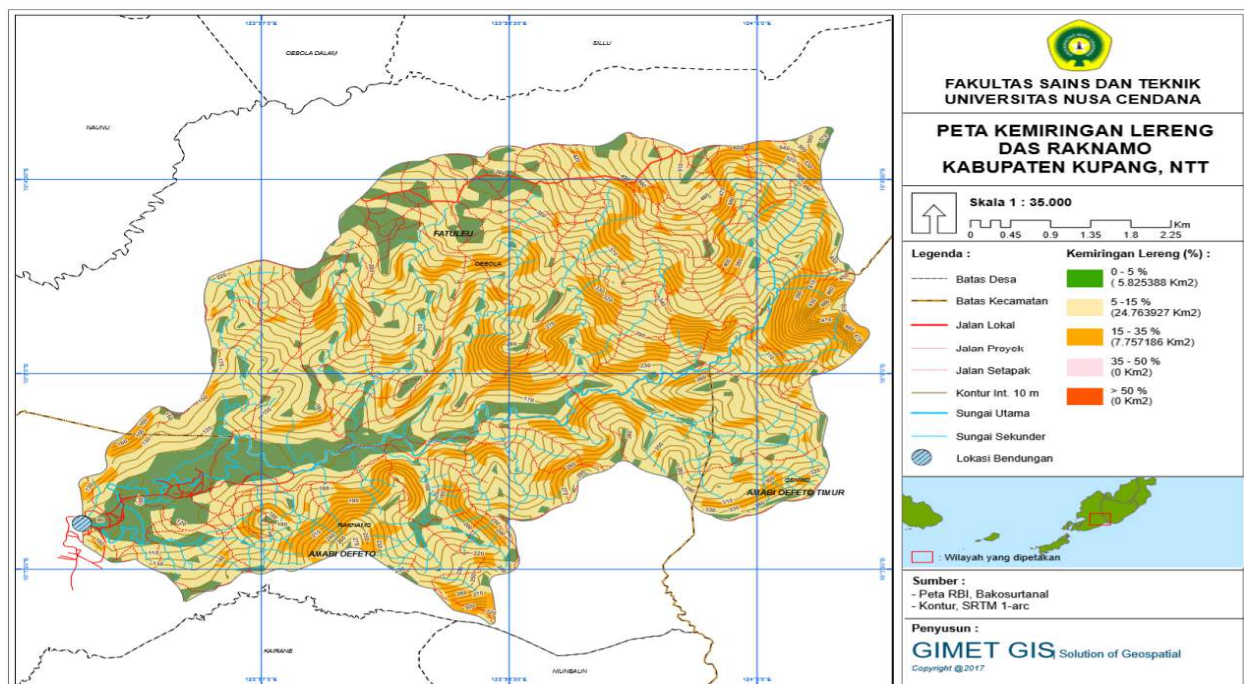
Tabel 3. Faktor Nilai Erodibilitas Tanah (K)

No.	Jenis Tanah	Luas Area (km ²)	K	Luas Area x K
1.	komplek mediteran & titosol	3,194	0,46	1,469
2.	Latosol kuning merah & litosol	0,588	0,36	0,212
3.	Regosol	34,564	0,40	13,826

Untuk memperoleh nilai K, maka (luas area x K) dibagi dengan luas area sehingga didapat hasil yaitu 0,404 ton/KJ.

Faktor Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)

Untuk faktor panjang dan kemiringan lereng (LS) ditentukan dengan menggunakan peta kemiringan lereng DAS Bendungan Raknamo pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Peta Kemiringan Lereng Daerah Aliran Sungai Noel Puames Di Bendungan Raknamo (Gimet Gis, 2017b)

Dari peta kemiringan lereng tersebut, didapat kemiringan dan luasnya pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4 Faktor Nilai Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)

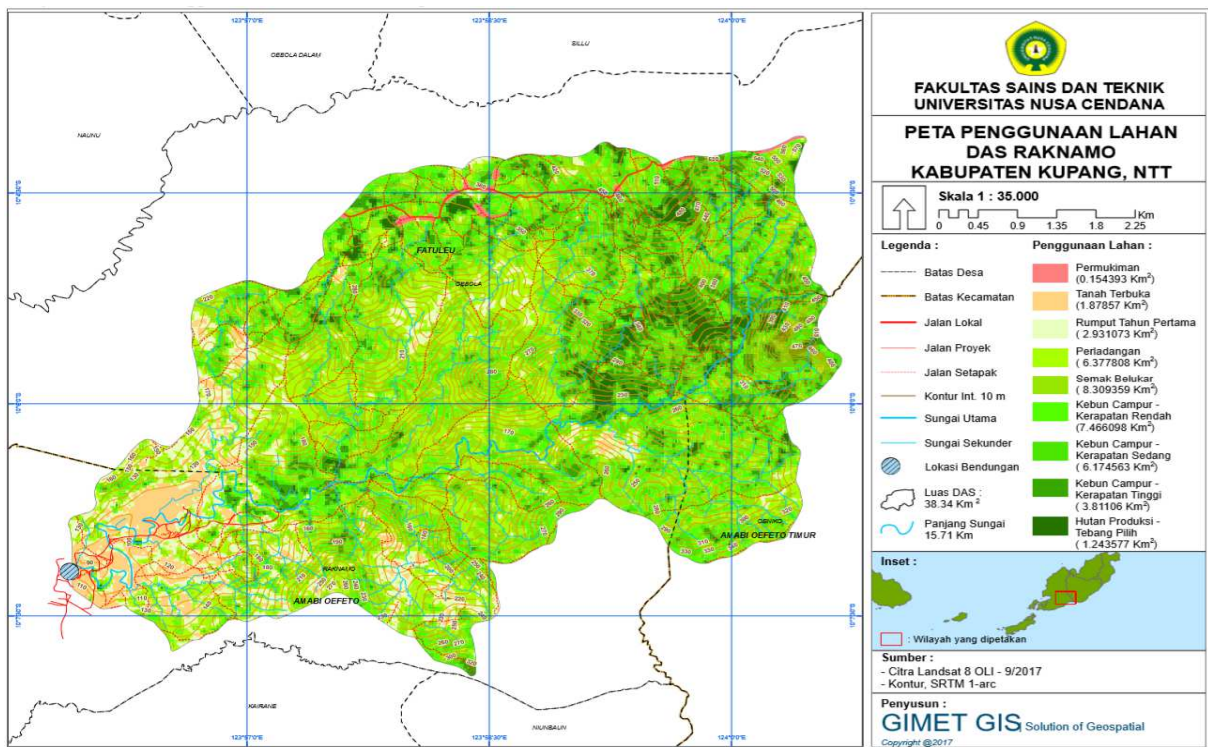
No.	Warna	Kemiringan (%)	Luas Area (km ²)	LS	Luas Area x LS
1.	Hijau tua	0,00 – 5,00	5,858	0,25	1,45
2.	Orange muda	5,00 – 15,00	24,764	1,20	29,72
3.	Orange tua	15,00 – 35,00	7,757	4,25	32,97
Jumlah			38,34		64,14

Didapat nilai LS yang dipakai yaitu $64,14/38,34 = 1,67$.

Faktor Penggunaan Lahan (C dan P)

1. Faktor penutupan vegetasi (C)

Untuk faktor penutupan vegetasi (C) ditentukan dengan menggunakan peta penggunaan lahan DAS Bendungan Raknamo pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Peta Penggunaan Lahan Daerah Aliran Sungai Di Bendungan Raknamo (Gimet Gis, 2017c)

Dari peta penggunaan lahan tersebut, didapat penutupan vegetasi dan luasnya masing-masing yang terdapat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Faktor Nilai Penggunaan Lahan (C)

No.	Penutup Lahan	Luas Area (km ²)	C	Luas Area x C
1.	Pemukiman	0,154	1,000	0,154
2.	Tanah terbuka	1,879	1,000	1,879
3.	Rumput	2,931	0,287	0,841
4.	Perladangan	6,378	0,400	2,551
5.	Semak Belukar	8,309	0,300	2,493
6.	Kebun Campur - Kerapatan Rendah	7,466	0,100	0,747
7.	Kebun Campur - Kerapatan Sedang	6,175	0,200	1,235
8.	Kebun Campur - Kerapatan Tinggi	3,811	0,500	1,906
9.	Hutan Produksi - Tebang Pilih	1,244	0,200	0,249
Σ		38,340		12,054

Untuk memperoleh nilai C, maka hasil kali luas area dengan faktor penutupan vegetasi (C) dibagi luas DAS, sehingga diperoleh hasil 0,31.

2. Faktor pengelolaan lahan (P)

Faktor pengelolaan tanah atau konservasi lahan (P) pada DAS Bendungan Raknamo adalah 1,00 karena tidak dilakukan konservasi lahan pada DAS tersebut.

Laju Erosi dan Sedimentasi

Hasil analisis pendugaan laju erosi dan sedimentasi dapat dilihat pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Laju Erosi dan Sedimentasi

Tahun	R (KJ/ha)	K (ton/KJ)	LS	A (ha)	Erosi Potensial (ton/th)	C	P	Erosi Aktual (ton/th)	SDR	Sedimentasi Potensial (ton/th)
1997	965,20	0,40	1,67	3.834,00	2.503.501,95	0,31	1,00	786.953,45	0,18	138.678,83
1998	310,32	0,40	1,67	3.834,00	804.906,19	0,31	1,00	253.015,06	0,18	44.586,92
1999	1.583,13	0,40	1,67	3.834,00	4.106.259,06	0,31	1,00	1.290.765,81	0,18	227.461,85
2000	925,99	0,40	1,67	3.834,00	2.401.802,08	0,31	1,00	754.985,01	0,18	133.045,27
2001	415,54	0,40	1,67	3.834,00	1.077.820,54	0,31	1,00	338.803,25	0,18	59.704,72
2002	579,63	0,40	1,67	3.834,00	1.503.433,22	0,31	1,00	472.590,79	0,18	83.281,08
2003	2.316,20	0,40	1,67	3.834,00	6.007.667,15	0,31	1,00	1.888.456,44	0,18	332.788,33
2004	485,62	0,40	1,67	3.834,00	1.259.582,53	0,31	1,00	395.938,50	0,18	69.773,23
2005	509,07	0,40	1,67	3.834,00	1.320.401,00	0,31	1,00	415.056,25	0,18	73.142,21
2006	994,52	0,40	1,67	3.834,00	2.579.550,93	0,31	1,00	810.858,76	0,18	142.891,48
2007	266,86	0,40	1,67	3.834,00	692.159,06	0,31	1,00	217.574,01	0,18	38.341,41
2008	2.266,75	0,40	1,67	3.834,00	5.879.420,93	0,31	1,00	1.848.143,39	0,18	325.684,26
2009	1.579,27	0,40	1,67	3.834,00	4.096.262,50	0,31	1,00	1.287.623,48	0,18	226.908,10
2010	1.875,98	0,40	1,67	3.834,00	4.865.849,48	0,31	1,00	1.529.536,27	0,18	269.538,55
2011	681,29	0,40	1,67	3.834,00	1.767.111,93	0,31	1,00	555.475,83	0,18	97.887,28
2012	276,09	0,40	1,67	3.834,00	716.122,74	0,31	1,00	225.106,78	0,18	39.668,86
2013	1.134,60	0,40	1,67	3.834,00	2.942.873,15	0,31	1,00	925.065,86	0,18	163.017,33
2014	742,89	0,40	1,67	3.834,00	1.926.890,13	0,31	1,00	605.700,68	0,18	106.738,03
2015	285,59	0,40	1,67	3.834,00	740.750,55	0,31	1,00	232.848,31	0,18	41.033,09
2016	282,34	0,40	1,67	3.834,00	732.327,91	0,31	1,00	230.200,73	0,18	40.566,53
Rata-rata							ton/ha	753.234,93		132.736,87
Laju Erosi dan Sedimentasi							ton/ha/thn	196,46		34,62
							m ³ /ha/thn	81,86		14,43
							m ³ /thn	33,11		55.307,03
							mm/thn	8,19		1,44

Perhitungan Erosi dan Sedimentasi Menggunakan Metode MUSLE

Faktor erosivitas hujan digunakan nilai debit puncak (Q_p) dan nilai volume limpasan permukaan (V_Q). Untuk menghitung debit puncak maka dilakukan analisis hidrologi dan data yang digunakan adalah data curah hujan harian maksimum tahunan.

Limpasan Permukaan (*run off*)

Besarnya volume limpasan permukaan dihitung menggunakan Persamaan (10). Untuk hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Nilai Limpasan Permukaan

Tahun	a	V_Q (m ³)	Q_p (m ³ /dtk)	b	R
1997	11,80	2.895.341,82	164,75	0,56	854.770,95
1998	11,80	2.369.993,58	134,85	0,56	683.066,14
1999	11,80	2.581.137,36	146,87	0,56	751.578,56
2000	11,80	2.641.808,55	150,32	0,56	771.392,54
2001	11,80	2.637.991,49	150,10	0,56	770.144,34
2002	11,80	2.748.686,28	156,40	0,56	806.428,98
2003	11,80	5.072.674,22	288,64	0,56	1.601.811,25
2004	11,80	4.036.040,60	229,65	0,56	1.239.984,11
2005	11,80	5.111.849,33	290,87	0,56	1.615.672,53
2006	11,80	3.891.394,05	221,42	0,56	1.190.320,10
2007	11,80	2.346.488,51	133,52	0,56	675.483,24
2008	11,80	4.196.156,30	238,76	0,56	1.295.208,80
2009	11,80	5.455.585,79	310,42	0,56	1.737.833,99

Tahun	a	V_0 (m^3)	Q_p (m^3/dtk)	b	R
2010	11,80	2.999.406,97	170,67	0,56	889.253,49
2011	11,80	4.137.694,98	235,44	0,56	1.275.015,37
2012	11,80	3.277.449,79	186,49	0,56	982.078,73
2013	11,80	4.436.631,19	252,45	0,56	1.378.623,44
2014	11,80	3.163.138,84	179,98	0,56	943.796,53
2015	11,80	1.944.290,74	110,63	0,56	547.215,62
2016	11,80	2.169.296,48	123,43	0,56	618.618,80

Laju Sedimentasi Menggunakan Metode MUSLE

Laju sedimentasi dihitung menggunakan Persamaan (7), dapat dilihat pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8. Perhitungan Sedimentasi Menggunakan Metode MUSLE

Tahun	R	K	LS	C	P	Sedimentasi (ton)
1997	854.770,95	0,40	1,67	0,31	1,00	181.742,10
1998	683.066,14	0,40	1,67	0,31	1,00	145.234,08
1999	751.578,56	0,40	1,67	0,31	1,00	159.801,25
2000	771.392,54	0,40	1,67	0,31	1,00	164.014,11
2001	770.144,34	0,40	1,67	0,31	1,00	163.748,72
2002	806.428,98	0,40	1,67	0,31	1,00	171.463,59
2003	1.601.811,25	0,40	1,67	0,31	1,00	340.578,42
2004	1.239.984,11	0,40	1,67	0,31	1,00	263.646,44
2005	1.615.672,53	0,40	1,67	0,31	1,00	343.525,62
2006	1.190.320,10	0,40	1,67	0,31	1,00	253.086,83
2007	675.483,24	0,40	1,67	0,31	1,00	143.621,80
2008	1.295.208,80	0,40	1,67	0,31	1,00	275.388,36
2009	1.737.833,99	0,40	1,67	0,31	1,00	369.499,69
2010	889.253,49	0,40	1,67	0,31	1,00	189.073,80
2011	1.275.015,37	0,40	1,67	0,31	1,00	271.094,81
2012	982.078,73	0,40	1,67	0,31	1,00	208.810,38
2013	1.378.623,44	0,40	1,67	0,31	1,00	293.124,05
2014	943.796,53	0,40	1,67	0,31	1,00	200.670,79
2015	547.215,62	0,40	1,67	0,31	1,00	116.349,43
2016	618.618,80	0,40	1,67	0,31	1,00	131.531,24
Rata-rata laju sedimentasi					ton/thn	219.300,28
					ton/ha/thn	57,19
					$m^3/ha/thn$	23,83
					m^3/thn	91.375,12
					mm/thn	2,38

Dari hasil laju erosi dan sedimentasi menggunakan Metode USLE dan MUSLE dapat dihitung rasio perbandingan pada masing-masing metode, dapat dilihat pada Tabel 9 berikut.

Tabel 9. Rasio Perbandingan Laju Sedimentasi Menggunakan Metode USLE dan MUSLE

Metode	USLE	MUSLE
Laju sedimentasi (ton/ha/thn)	34,62	57,19
Perbandingan	1,00	1,65

Laju sedimentasi dengan Metode MUSLE lebih besar dibandingkan Metode USLE. Dengan Metode MUSLE diperoleh hasil sebesar 34,62 ton/ha/thn sedangkan menggunakan Metode USLE sebesar 57,19 ton/ha/thn. Hal yang mempengaruhi perbedaan hasil perhitungan menggunakan Metode USLE dan MUSLE adalah pada perhitungan nilai Erosivitas hujan. Pada Metode MUSLE sudah memperhitungkan aliran permukaan, sedangkan pada Metode USLE tidak. Dalam menentukan kelas bahaya erosi digunakan hasil perhitungan terbesar yaitu dengan menggunakan Metode MUSLE sebesar 324,57 ton/ha/thn. Berdasarkan Tabel 1, bahaya erosi yang terjadi berada pada kelas IV yang dikategorikan berat.

KESIMPULAN

1. Besar nilai pendugaan laju erosi dan sedimentasi dengan menggunakan Metode USLE pada DAS Bendungan Raknamo adalah sebagai berikut :
 - a. Nilai laju erosi = 196,46 ton/ha/thn
 - b. Nilai laju sedimentasi = 34,62 ton/ha/thn atau 1,44 mm/thn
2. Besar nilai pendugaan laju erosi dan sedimentasi dengan menggunakan Metode MUSLE pada DAS Bendungan Raknamo adalah sebagai berikut :
 - a. Nilai laju erosi = 342,57 ton/ha/thn
 - b. Nilai laju sedimentasi = 57,19 ton/ha/thn atau 2,38 mm/thn
3. Berdasarkan hasil analisis dengan metode USLE dan MUSLE, angka rasio perbandingan kedua metode adalah 1 : 1,65.
4. Kelas bahaya erosi pada daerah aliran Sungai di Bendungan Raknamo berada pada kelas IV yang dikategorikan berat dengan nilai laju erosi sebesar 324,57 ton/ha/thn.

SARAN

1. Pada penelitian ini khususnya dalam perhitungan Metode USLE dan MUSLE lebih banyak menggunakan peta dibandingkan dengan menggunakan rumus yang ada, maka untuk penelitian selanjutnya, apabila memperoleh data yang lengkap bisa menggunakan rumus yang ada.
2. Dalam bahaya erosi yang dikategorikan berat, maka masyarakat setempat juga dapat berperan dalam menanggulangi atau mengurangi erosi dan sedimentasi yang akan terjadi dengan cara melakukan tindakan konservasi lahan, tidak merusak ekosistem hutan dan melakukan penanaman kembali terhadap pohon-pohon yang telah ditebang. Untuk masyarakat yang ingin melakukan pertanian, agar dalam pengolahan tanahnya dibuat sengkedan-sengkedan atau terasering untuk menahan laju erosi agar tidak terlalu besar dan melakukan penanaman strip rumput secara campuran di bibir teras pada lahan dengan kemiringan 15-35 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 2000. *Konservasi Tanah dan Air*. UPT Produksi Media Informasi, Lembaga Sumberdaya Informasi, Institut Pertanian Bogor, IPB Press, Bogor.
- Asdak, C. 2014. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Cetakan Keenam, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Balai Wilayah Sungai Nusa Tenggara II. 2017. *Data Teknis*. Kementerian Pekerjaan Umum, Nusa Tenggara Timur.
- Gimet GIS. 2017a. *Jasa Pembuatan Peta Jenis Tanah DAS Raknamo*. Gimet GIS, Semarang.
- Gimet GIS. 2017b. *Jasa Pembuatan Peta Kemiringan Lereng DAS Raknamo*. Gimet GIS, Semarang.

- Gimet GIS. 2017c. *Jasa Pembuatan Peta Penggunaan Lahan Raknamo*. Gimet GIS, Semarang.
- Hadisutanto, N. 2011. *Aplikasi Hidrologi*. Penerbit Jogja Media Utama, Malang.
- Hidayat, Y. 2003. *Model Penduga Erosi*. Tumoutou.net/6_sem2_023/yayat_hidayat.htm-99k. Diambil 15 April 2018.
- Kironoto, B, A. 2003. *Hydraulics of Sedimen Transport*. Diklat Kuliah MPBA Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Suripin. 2002. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Soemarto, CD. 1987. *Hidrologi Teknik*. Usaha Nasional, Surabaya.
- Yunianto, T. 1994. *Erosi dan Sedimentasi*. Pasca Sarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.